

(19)
(12)

(KR)
(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H01L 29/06

(11)
(43)

2003-0048421
2003 06 19

(21) 10-2003-7004682
(22) 2003 04 02
2003 04 02
(86) PCT/JP2001/09464
(86) 2001 10 29

(87)
(87)

WO 2002/37572
2002 05 09

(81) : , ,
EP : , , , , , , , , , , , , , , , ,
, ,

(30) JP-P-2000-00334686 2000 11 01 (JP)
JP-P-2001-00138103 2001 05 09 (JP)

(71) 가가
가 4 1 8
가가
2-1

(72) 가 가 4 3 3
가
2 2 8-501
가
1 19 9-402
463 6-502

(74) :

(54) , NOT ,

, , NOT 가 (,) NOT . 가 (,

[1] , , J.K. Gimzewski
R.Moller: Phys. Rev. B36, p1284, 1987, J. L. Costa-Kramer, N. Garcia, P. Garcia-Mochales, P.A. Serena, M.
I. Marques, A. Corrcia: Phys. Rev. B55, p5416, 1997, H. Ohnishi, Y. Kondo, K. Takayanagi: Nature,
Vol. 395, p780, 1998

(piezo)
가 가
가

[2] ,
C. P. Collier : Science, Vol. 285, p391, 1999

(rotaxane) 가 1
가 가

[3] , AND OR 가 2
, , NOT , NOT 2
, , NOT 3

AND , OR , NOT , 3
, Nikkan Kogyo Shinbun Co., Ltd. (I) 'NYUM
ON ELECTORNICS KOHZA (Library of Introduction to Electronics) Digital Circuit', Vol.2, pages 1 7

가
8 (II) 가, Nature, Vol. 393, pages 49 50, 199

[1] , 1 1
[2] , 가 가
, [3] , 3 가 가
, (II) , 가
가
, 1
2 NOT

[1] 가 1 2

[2] [1] 가 (M) , (M : M)

[3] [1] [2] , Ag₂S, Ag₂Se, Cu₂S, Cu₂Se

[4] [1], [2], [3] , 1

[5] [1], [2], [3] 가 1 , 2 ,

[6] [5] Te_x, WO_x (0<X<100) , GeS_x, GeSe_x, Ge

[7] [1], [2], [3], [4], [5], [6] , 1 , 2 , 1 가

[8] [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7] ,

[9] [8] , 가

[10] [8] , 가

[11] [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7] .

[12] 2 NOT .

[13] 2 NOT .

[14] [13] NOT , 2 , 1 2

[15] [14] NOT , Ag₂S, Ag₂Se, Cu₂S, Cu₂Se

[16] [14] [15] NOT , 2

[17] [16] NOT ,

[18] [16] NOT ,

[19] [13] [18] 가 NOT AND OR

1 , , 가

2 .

3 1 , .

4 2 , 가

5 3 , .

6 4 , OR .

7 4 , OR

8 4 , 가 .

9 5 , AND .

10 5 , AND

11 6 , .

12 , 7 , .

13 8 .

14 9 NOT .

15 9 MOT .

16 10 NOT .

17 10 NOT .

18 11 NOT .

19 11 NOT .

20 12 NOT .

21 13 1 2 가 .

22 13 1 2 가 .

23 13 1 2 가 .

, .

1 , 가 .

1 (1 ; 2) , (2 (; 5) ; 3, 4) , (2) / () (6, 7) (1)

(8) , () .
 가 1 2 ,
 , 가 .
 ; 3, 4) , 1 / (1) 1 (1 ; 2) 2 (2
 , 2 x 1 , 2 가 . 1 가 2
 가 가 , n x n , 가 .
 , 1 (2) 2 (3, 4) 가 , 가 . 1 (6, 7)
 , 가 / 가 . 1 (2)
 () 가 (precipitated), (6, 7) 가 , () /
 가 가 , 2 (2, 3) 가 , () /
 , (6, 7) 가 . , 가
 , 가 , 1 (2) 2 (3, 4)
 가

가 ,
 , Ag Ag₂S Ag / 1 Pt
 2
 10 Ag 가 , 가 . Ag₂S , 10 100 mV
 , 100 kΩ , / Ag₂S Ag
 , , , , , , , , , ,
 , 1 .
 2 가 .

1 , 1 , 2 , Ag₂S 가
 / , Ag (10) . Pt
 2 (11) , Ag (10) V1 V2
 (13, 14) 가 V1 V2 , /
 2 (13, 14) Ag (12) 가 (15, 16) . V1 V2
 (11) , (15, 16) Ag (12) 가 / (11) , (15, 16)

2000-265344

가 , 50 mV 5 ms 가 . , 가 , 5 ms 가
 , V1 V2 10 mV , 가
 , 2 (13, 14) I₁ I₂ 가

3, I_1 가, I_2 가 (15, 16)
 가 (10mV)
 가 (quantum number), N_1 15, N_2 16
 $N_1 = 0$ 3, $N_2 = 0$ 3
 2, 16 가, $N = 0$ 3 4 가 가 가 가
 가 가 2 가 가 1 가 가
) , N_1 (15, 16) N_2 (10) V1 V2 (N_1, N_2)
 I_{out} , V1 V2 , 10 mV , 1 (10)
 4 , 2 I_{out} ($N_1 + N_2$) , N_1 N_2 ,
 N_{out} , 가 , $N_1 = 0$ 3, $N_2 = 0$ 3
 16 가 가 1 , 3
 , 3
 1 , V1 V2 2 , V1 10 mV
 , V2 가 -10mV , $N_1 - N_2$ 가 , I_{out} 가 1
 가 가 , 1 1 가 , 가
 5 3
 $N_1 - N_2$, 3 가 , ($N_1 + N_2 - N_3$)
 3) , 1 , V1 V2 가 10 mV , V3 -10mV
 , 4
 , 3 , 1
 100 k Ω (on-off) , 1 k Ω ,
 6 OR
 Ag (21, 22) Ag₂S (23, 24) Pt , 1 Ag₂S (23, 24) Ag
 (25, 26) 2 (20) , Pt (20)
 (27; 10 k Ω) V_s , V_{out}
 V1 V2 Ag (21, 22) 가 , (25, 26)

7 , , V1 V2 V_{out}

2 OR (low-level) (high-level) , 2
 가 가 , .

OR 0 V (Vs), 200 mV
 7a .

2 V1 V2 가 200 mV V_{out} 200 mV 가
 500 mV 가 (7b) 가 .

8 가 .

Vs V1 V2 (25, 26) , R1 R2
 () 가 , (20; 6) 2
 R12 () 가 , R0 (10 kΩ), R1 R2 (1kΩ 1 MΩ)

, V1 V2 가 0 V , 3 0 V 가 V_{out}
 0 V 가 , V1 0V , V2 가 200 mV (500 mV) , (25; 6) 가 ,
 R2 , 1 kΩ .

, R2 R0 1 , V2' 200 mV (500 mV) 가 .
 , V1' 200 mV (500 mV) 가 , 가 (26; 6) 가 , R1
 1 MΩ 가 , V1 0 V , R0, R1 >> R2 . , V1' V2' 가 20
 0 mV (500 mV) 가 , 200 mV (500 mV) 가 , 25 2
 6 , .

V1 200 mV (500 mV) , V2 가 0V , V1 V2 200 mV (5
 00 mV) , 25 26 . , V1 V2 , , 200 mV (500 mV)

, 5 .

, AND 9 .

, Ag₂S (31) Ag (30) (37) (Vs)
 Pt (35, 36) Ag (V1, V2) 2 Pt (35, 36) (33, 34) 2
 , (32) Ag₂S (31) Ag . 가 . 9

10 AND . 2 AND , 2 ,
 V_{out} .

10a 200 mV , 200 mV

10b 500 mV , 500 mV

10 , 200 mV, V1 0V, V2 가 200 mV , V_{out} (50
 mV) 가 , , OV, 200 mV 가 .
 500 mV , 100 mV , 가 . 200 mV ,

8 AND Vs (200
mV 500 mV) , V1 V2 가 0V , 33 34 (9) 가 ,
, R1 R2 1 kΩ , V_{out} 0V 가 (10 kΩ) 1 , V1 0V, V

2 200 mV (500 mV) , 33 (9)
, 34 , V2' 가 V1 200 mV (500 mV) , , V2'
V2 가 34 가 , 34 가 R2 1 MΩ 가 , V2'
, 가 , R2 가 , V2' V2
, 가 가 , 500 mV ,

V1 200 mV (500 mV), V2 가 0V , 33
34 , 200 mV , , V1 V2
200 mV (500 mV) , 33 34 , 200 mV (
500 mV) , 200 mV (500 mV) 가 , 200 mV (

3 , 3 , 2 가

6

11 6

11 , Ag (41, 42) (40) . Ag (sulfurized)
Ag₂S (43, 44) , Pt (45, 46)
. Ag 47 48 Ag (41, 42) Pt (45, 46)
Ag (41, 42) Ag₂S (43, 44)

Ag₂S (43,44) , Pt (45, 46) , Pt (45, 46) Ag (41, 42) 가
, Ag 가 (47, 48) 가 , Pt (45, 46) ,

Ag Ag Ag 1 Ag₂S Ag₂S
Pt Ag 가 Ag

, Pt , Ag₂S Ag

7

12 7

12 , Ag (51, 52) Ag₂S (53, 54) , (50) , A
g 12 , (57, 58, 59, 60) Ag (51, 52) Pt (55, 56)
(embedded).

Ag₂S (53, 53) Ag Ag
(57, 58, 59, 60) 가 , 가 ,

Ag, Ag, Ag, Ag₂S, 6, 가
 , GeS_x, GeSe_x, GeTe_x, WO_x (0<x<100), Ag
 , 8
 13 1 가 /
 ; 1 , 1 / 2 , 2 ,
 , 13 , / (73, 74) 가 1 (70) 2
 (73) (71, 72) , (; 75) /
 4) (72) (71) , (; 76) / (7
 , 1 , / , Ag (79, 80) / (Ag₂S, 77, 78)
 (81, 83) . /
 , 가 / , Ag₂S 가 / , Ag

NOT
 14 9 NOT
 . 1 (102) 2 , / 가 1 (102) (101)
 1 (102) , (203) , / (; 104) 가
 (102) , 1 (102) , 2 (103) () 1
 , 103) (105) , (102, 103) , (102)
 , 2 (103) 가 , (; 104) 가 / ,
 , (105) , 2

2000-265344

V_{in} , VH/2 가 (106) (R1) 2 (103) 가
 VL , (108) (C1) 2 (103) ,
 (101) 가 V_{out} (107) (R2) (101) 1 (102)
 R(ON) 가 , R(OFF)

R(OFF) >> R2 >> R(ON) ~ R1

V_{in} , VH , VL , V_{in} , VL
 , V_{out} , VH/2 가 , V_{in} , VH , V_{out} , VL 가 ,
 NOT
 , Ag Ag₂S 가 1 (102) Pt 가 2 (103)
 / . NOT , Ag₂Se, Cu₂S, Cu₂Se Pt 가

OT

2 (103) / 2 (102) N

, VH 가 t1 (15a) , 14 V_{in} NOT , VL (0 V)

V_{in} (VL) (VH) , Q = C1 × VH (C1
) 가 (108) 15b
 2 (103) V_{in}' 가 () 2 (103) 가 1 (102)
 > R2 . V_{out} VL 가 (15d). (15c). , R(OFF) >

가 가 . 가 , 15e (102, 103)
 (ts) (108) (C1) (106) (R1)
 . , (C1) 가 1 pF , R1 10 , 가

, V_{in} t2 (VH) (VL) (15a), (108)
 (103) V_{in}' . 15b , 2 (103) 가 1 (102)
 V_{out} VH/2 가 (15d). (15c). , R2 >> R(ON) .

15e (102, 103) (102, 103) V_{in} (VL) , V_{in} 가
 (VH) , 가 (102, 103) VH/2 가 . , NOT 가

. 14 , VH VL , VH/2 VL (, VH
 - VL) 가 NOT (, VH/2 - VL) ,

11 12 , 가 가 가 . ,
 가 NOT 가 .

16 10 NOT .

, 14 2 NOT .

Ag2S) 9 14 . , / (Ag (111) / / (11
 5) (Ag ; 114) 1 (112) 2 (Pt; 113) Ag (11

. (V_{out}) 2 VH/2 (116; R3) 2 (Pt; 113) 가
 (113)

, (Ag; 111) VL (117; R4) 1 (112)
 12) 가 V_{in} (118, C2) 1 (1

R(ON) 가 , R(OFF)

R(OFF) >> R3 >> R(ON) ~ R4

16 NOT 17 .
 V_{in} (VL) (VH) t_1 (17a), $Q = C_2 \times V_H$ (C2)
)가 (118) ,가 17b , 1
 (112) 가 2 (113) (V_{in}')가 , , 가 ()
 (17c).

, $R_3 \gg R(ON)$. V_{out} VL 가 (17d). t_s (118)
 (C2) (117) (R_4) , , (C2) 가 1 pF
 , R_4 가 10 , 가 .

, V_{in} t_2 (VH) (VL) (17a), (108)
 (112) V_{in}' . 17b , 1 (112) 가 2 (113)
 , V_{out} VH/2 가 (17d). , $R(OFF) \gg R_3$
 (17c).

17e (112, 113) (112, 113) V_{in} (VL) , 가
 (112, 113) VH/2 가 . V_{in} 가 (VL) , 가

, V_{in} (VH) , , (112, 113) 0 가 .
 , 가 NOT 가 .

. 9 (14) , VH VL NOT , VH/2 VL 가

, , , 가 .

18 11 NOT . 19 18 NOT
 , 가 (18 V_{out}') NOT 9 (14) N
 OT (109) 가 V_{out} (109) 가 . VH 가 (110; R5)
 07; R2) 가 VL VS 8 (14) NOT (1

V_{out}' VL VS (19b) 9
 , $V_H/2 < V_F$ ($V_H - V_S$) (V_F (109))
 , 가 NOT (109) 가 . RB 가 , V_{out}' VH/2 가 ,
 (109) 가 . RB \gg $R_5 \gg R_F$ (109) , R_F 가
 . 19c 가 . 가 (110)

$$R_5/R_2 = (V_H - V_L)/(V_L - V_F - V_S)$$

$$V_L > V_F + V_S$$

NOT , V_{out} 19d , , 가 가

20 12 NOT .

가 (119) 10 NOT (16) 16 NOT 10 NOT (V
 out ') . VH (120; R6) (119) 가 V_{out} (V
 가 VL VS NOT 10 NOT (117, R4)
 11 NOT . RB >> R6 >> RF
 (120) , 가

$$R6/2R4 = (VH - VL)/(VL - VF - VS)$$

$$VL > VF + VS$$

, R4 가 NOT 가 , 가 ,
 가 , , 가 NOT 가 , , ,
 .

21 13 1 가 .
 AND , OR , AND 가 가 NOT ,

18 17 NOT 가 .
 2000-334686 AND OR 가 , NOT , AND , OR
 (123, 124, 125) 1 OR (126) 가 2 NOT (121, 122), 3 AND

22 22 , 121' 122' NOT , 123', 1
 24', 125' AND , 126' OR
 X Y , 1 가 , 0 가 S C 23
 , NOT , AND , OR 가 가
 가 2

(A) 가 , ,

(B) NOT 가 2 , 가 2 , 가

가 , NOT , 가 ,

1.

1

2

2.

1

(M : M)

(M)

3.

1

2

Ag₂S, Ag₂Se, Cu₂S, Cu₂Se

4.

1

3

1

2

5.

1

3

1

2

가

6.

5

GeS_x, GeSe_x, GeTe_x, WO_x (0 < x < 100)

7.

1

6

1

2

가

8.

1

7

9.

8

8 10.

, ,

가

1 11. 7

, ,

2 12.

NOT .

2 13.

NOT .

13 14.

, ,

OT , 1

2

1

2

N

14 15.

, ,

Ag₂S, Ag₂Se, Cu₂S, Cu₂Se

NOT .

14 16.

15 , ,2

NOT

16 17.

, ,

NOT .

16 18.

, ,

가

NOT .

13 19.

18 ,

NOT .

AND

OR

가 , , 가 , , ,

1 2 . . .

Cu_2Se
 $WO_x (0 < x < 100)$

$Ag_2S, Ag_2Se, Cu_2S,$
 $GeS_x, GeSe_x, GeTe_x,$

. NOT
 1

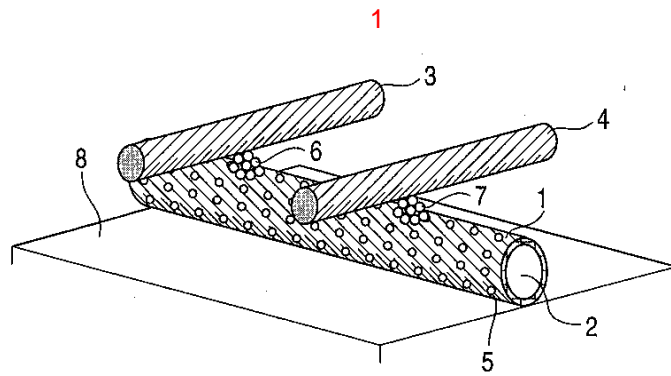
, 2

2

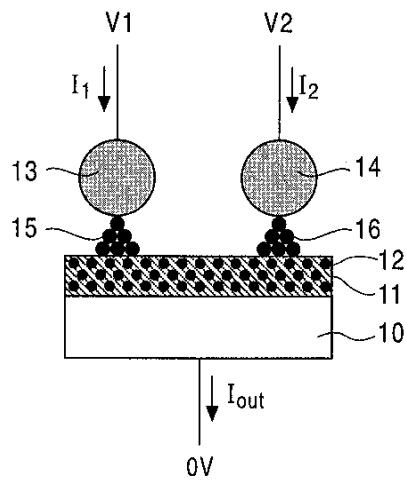
가

1

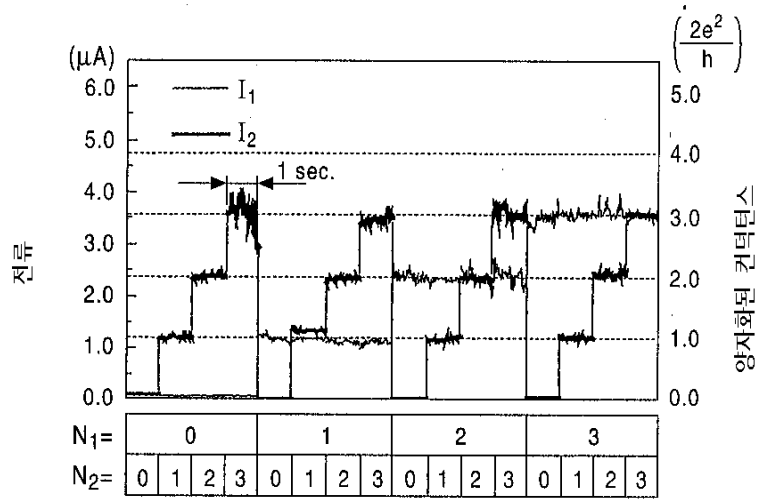
2 , NOT



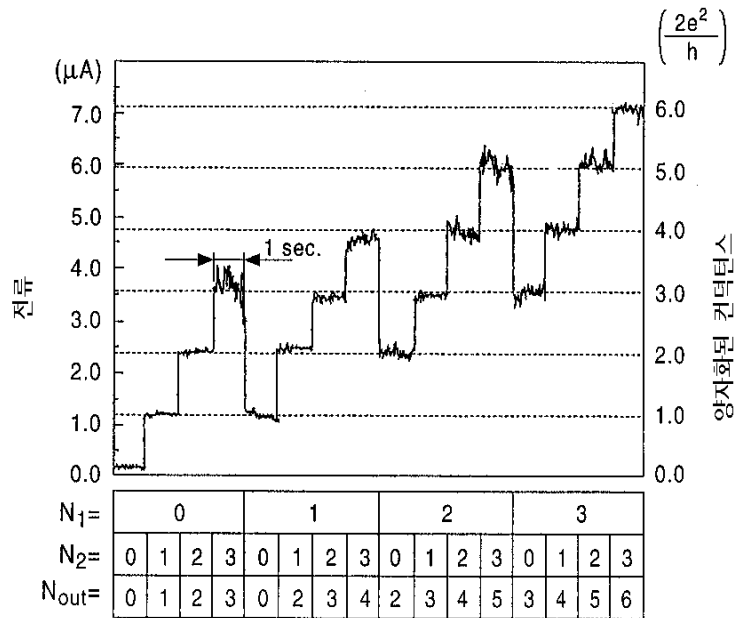
2



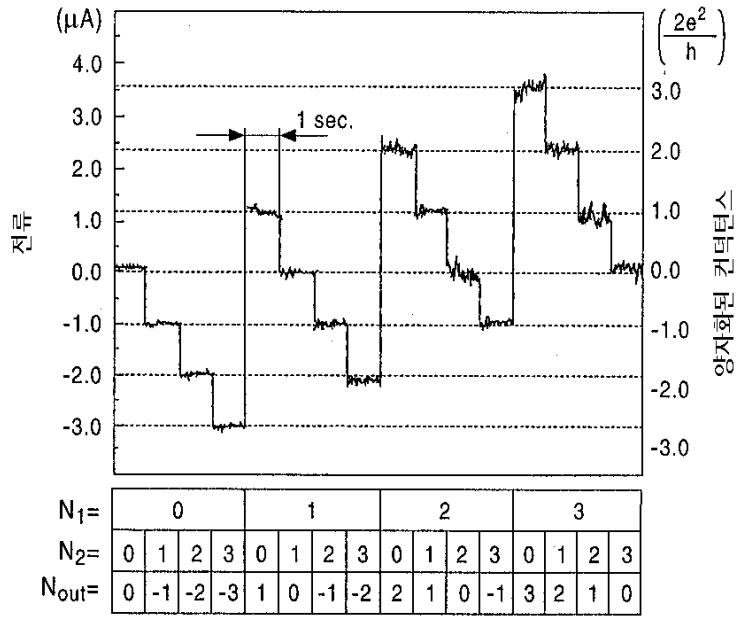
3



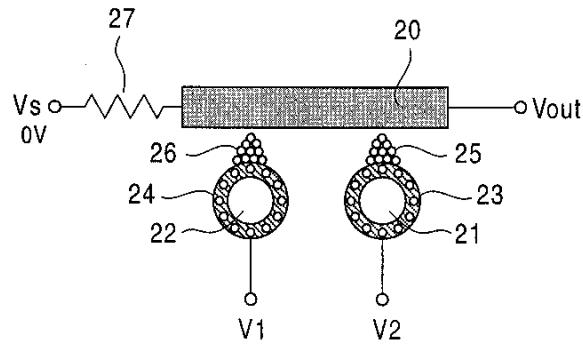
4



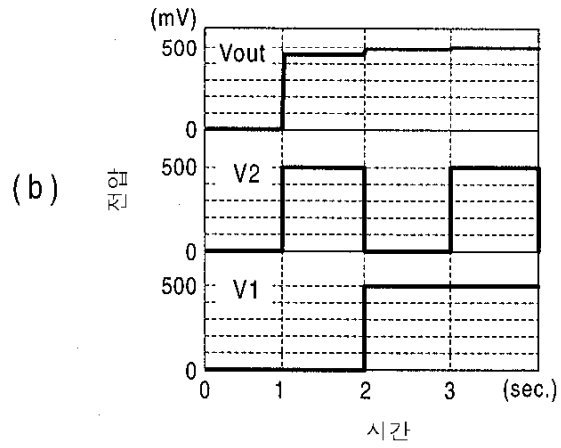
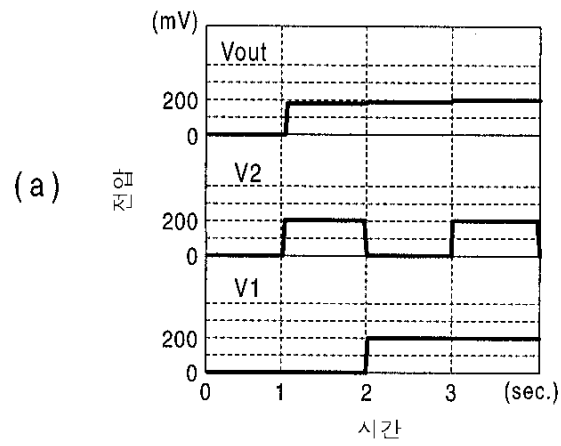
5



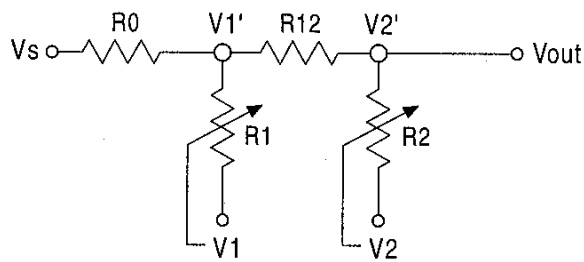
6



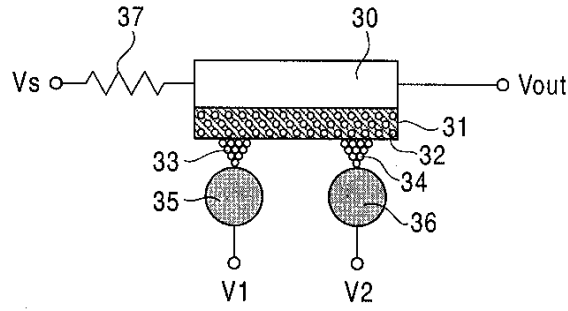
7



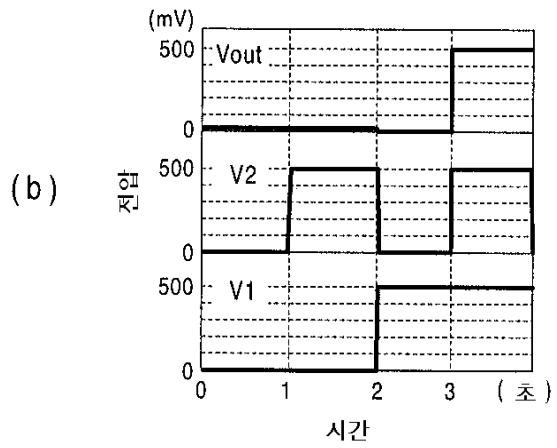
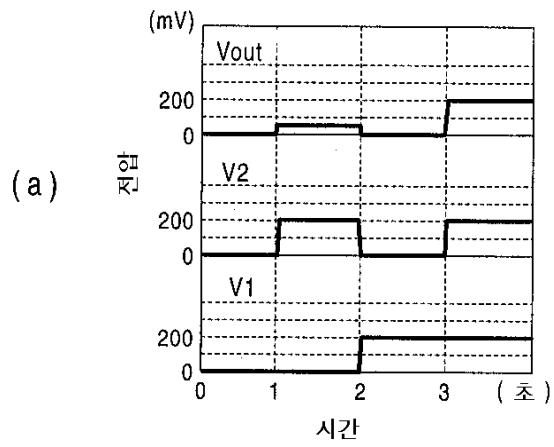
8



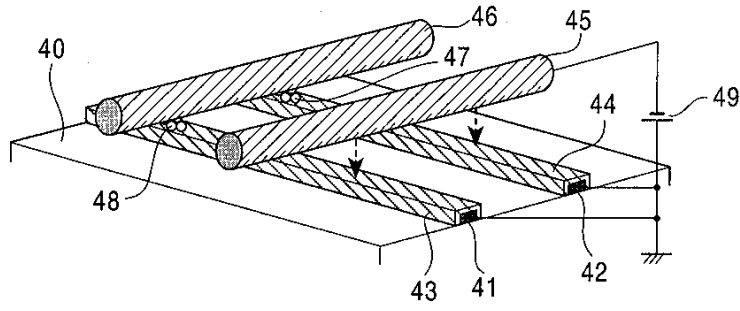
9



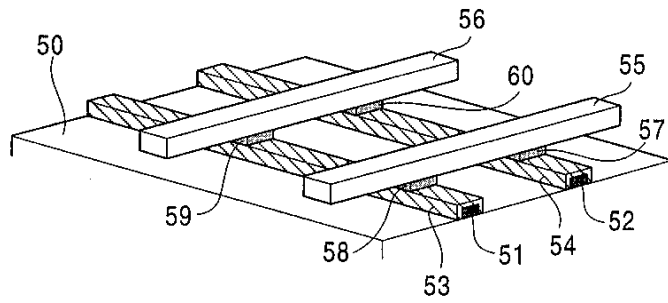
10



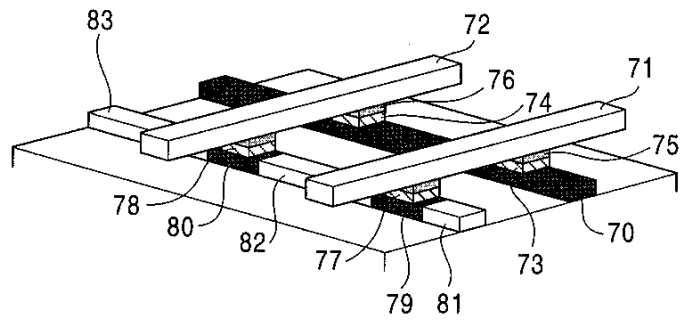
11



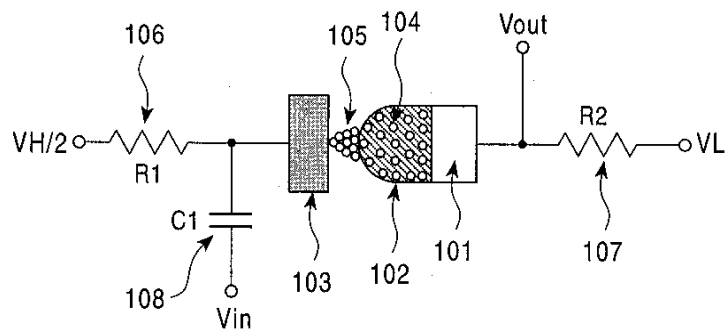
12



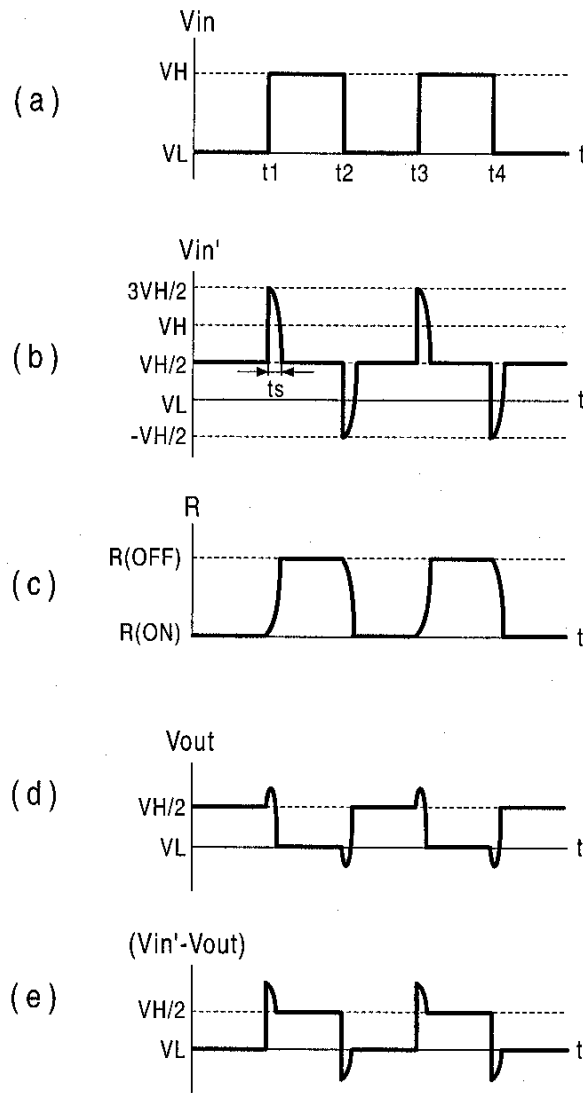
13



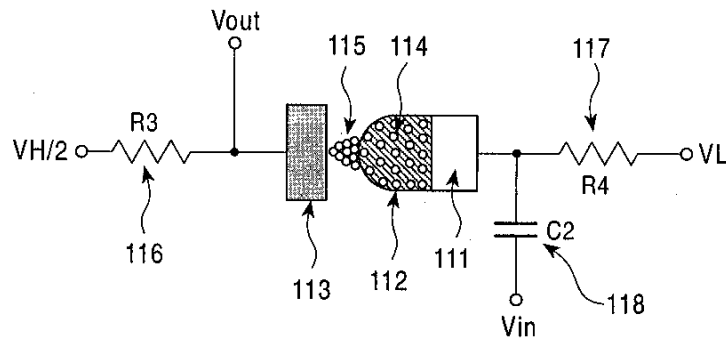
14



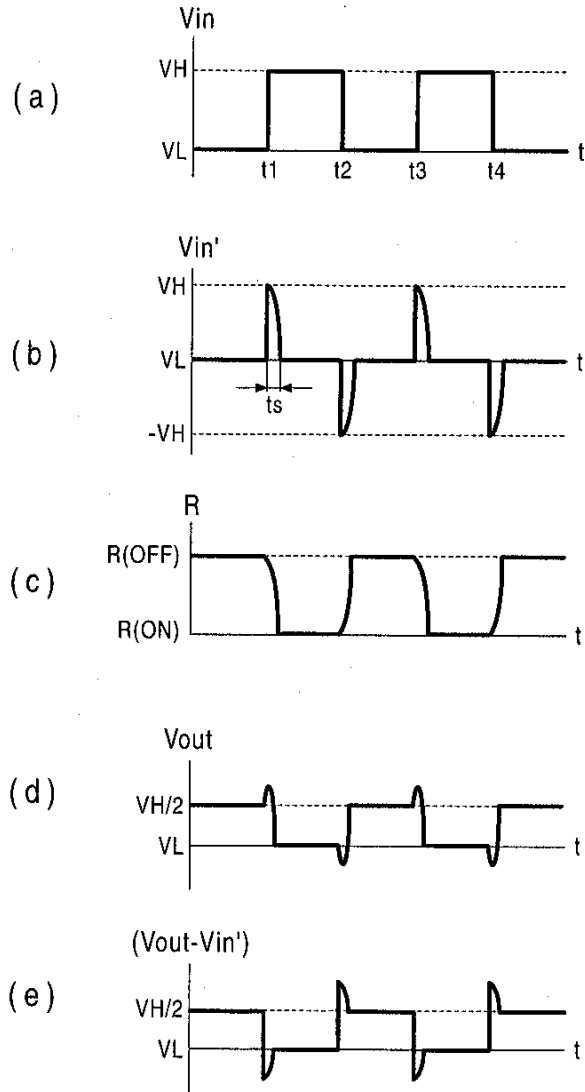
15



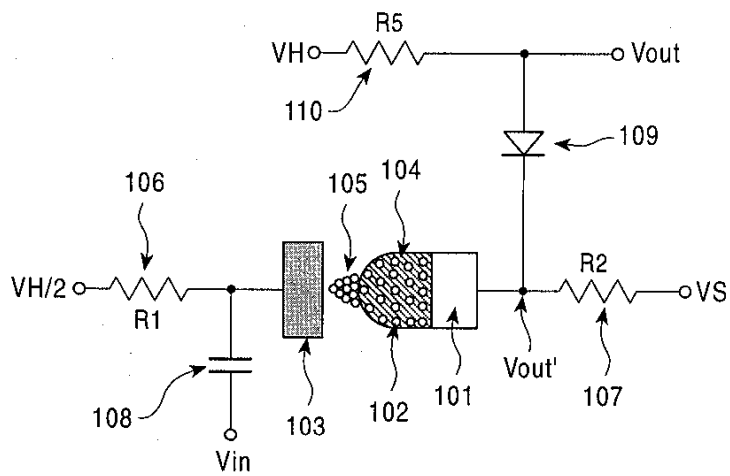
16



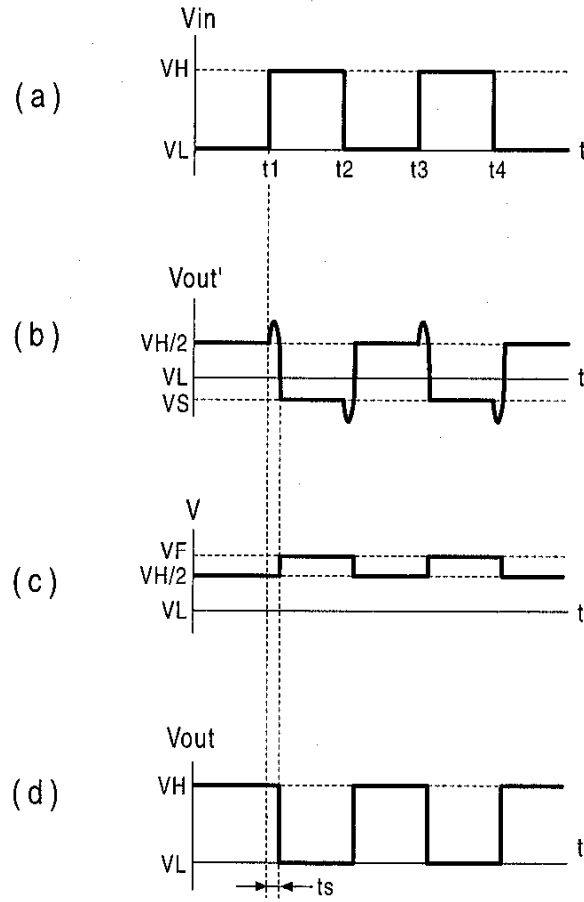
17



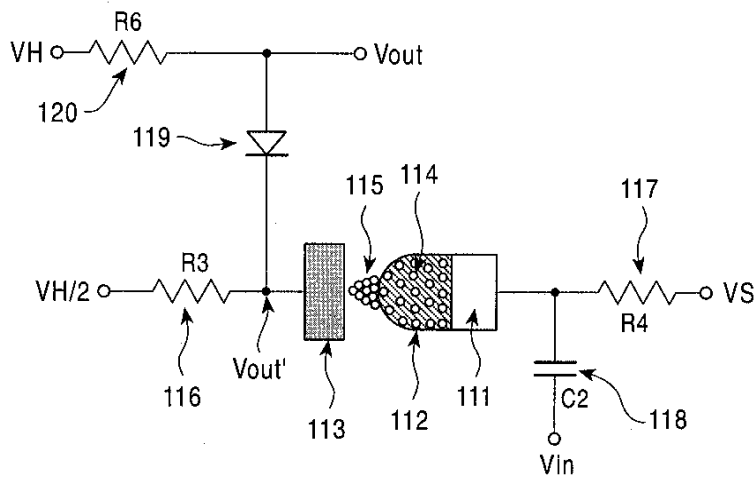
18



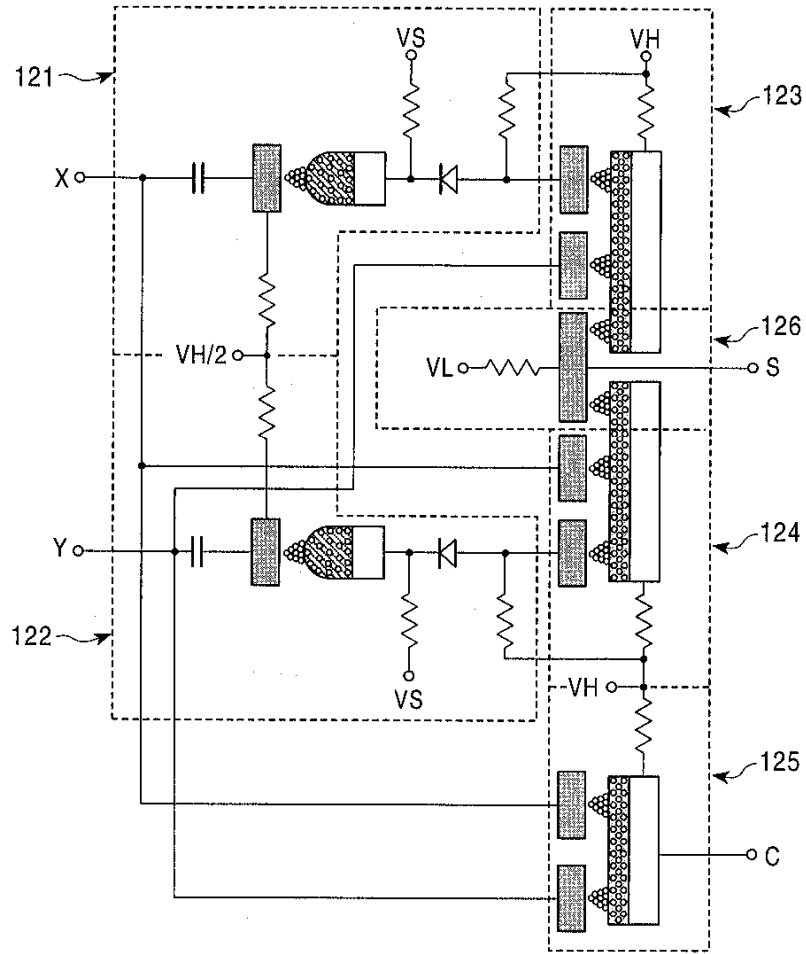
19



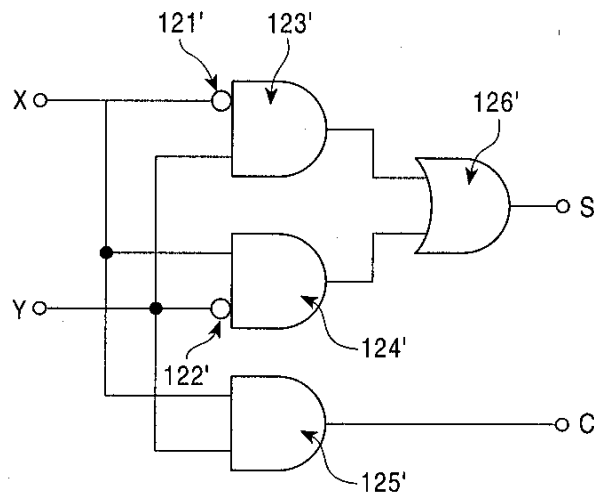
20



21



22



23

X	Y	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1